

**APLIKASI *ECHOSOUNDER HI-TARGET HD 370* UNTUK PEMERUMAN DI  
PERAIRAN DANGKAL  
(STUDI KASUS : PERAIRAN SEMARANG)**

Muhammad Al Kautsar <sup>1)</sup>, Bandi Sasmito, S.T., M.T. <sup>2)</sup>, Ir. Hani'ah <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

<sup>3)</sup> Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**ABSTRAK**

Wilayah pantai di kepulauan Indonesia memiliki potensi pembangunan yang sangat bagus. Kawasan laut memiliki dimensi pengembangan yang lebih luas dari daratan karena mempunyai keragaman potensi alam yang dapat dikelola. Kawasan pantai adalah wilayah yang paling berpotensi untuk dikembangkan, sedangkan wilayah tersebut memiliki kedalaman yang dangkal.

Untuk perencanaan pembangunan di wilayah perairan, maka dibutuhkan survei hidrografi. Salah satu alat yang digunakan untuk survei hidrografi adalah *echosounder*. *Echosounder* menggunakan prinsip akustik untuk merekam kedalaman dasar laut. Terdapat dua tipe *echosounder*, yaitu *Echosounder Multi Beam* dan *Echosounder Single Beam*. *Echosounder Hi-Target HD 370* merupakan jenis *Single Beam*.

Berdasarkan pengolahan data hasil, *Echosounder Hi-Target HD 370* memiliki akurasi kedalaman yang teliti sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Semakin rapat titik-titik pemeruman, maka akurasi data semakin teliti.

**Kata Kunci** : Kawasan Pantai, *Echosounder*, Standar Nasional Indonesia

## PENDAHULUAN

Hidrografi merupakan suatu cabang ilmu yang berkepentingan dengan pengukuran dan deskripsi sifat serta bentuk dasar perairan dan dinamika badan air (Kelompok Keahlian Hidrografi, 2004). Adapun yang dimaksud dengan dasar perairan meliputi topografi dasar laut, jenis material dasar laut dan morfologi dasar laut, sedangkan yang dimaksud dengan dinamika badan air meliputi pasut dan arus. Data mengenai fenomena dasar perairan dan dinamika badan air tersebut diperoleh melalui pengukuran yang kegiatannya disebut sebagai survei hidrografi. Informasi yang diperoleh dari kegiatan ini untuk pengelolaan sumber daya laut dan pembangunan industri kelautan. Informasi yang diperoleh dari kegiatan ini untuk pengelolaan sumberdaya laut dan pembangunan industri kelautan.

Negara Indonesia sendiri terdiri atas beribu pulau. Dan antara pulau satu dengan yang lain dibatasi oleh perairan laut yang sangat luas. Potensi negara Indonesia akan kekayaan lautnya sangat melimpah, dan berkembang juga dalam industri maritim. Wilayah pantai di kepulauan Indonesia memiliki potensi pembangunan yang sangat bagus. Kawasan laut memiliki dimensi pengembangan yang lebih luas dari daratan karena mempunyai keragaman potensi alam yang dapat dikelola. Potensi kelautan di republik ini sungguh sangat berlimpah baik di *nearshore* maupun di *offshore*. Beberapa sektor kelautan seperti perikanan, perhubungan laut, pertambangan sudah mulai dikembangkan walaupun masih jauh dari potensi yang ada.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri yang *marine-oriented*, Survei hidrografi mutlak dilakukan dalam tahapan *explorasi* maupun *feasibility study*. Survei hidrografi adalah cabang ilmu yang berkepentingan dengan pengukuran dan deskripsi sifat serta bentuk dasar perairan dan dinamika badan air.

Sistem Navigasi Survei adalah penentuan posisi kapal survei yang dilaksanakan menggunakan GPS receiver dengan metode *Real Time Differential* (DGPS) dengan mengikuti prinsip survei yang baik dengan menjamin tidak adanya keraguan atas posisi yang dihasilkan. Lintasan kapal survei dipantau setiap saat melalui layar monitor atau diplot pada kertas dari atas anjungan. Sistem komputer navigasi memberikan informasi satelit GPS seperti nomor satelit yang digunakan, PDOP dan HDOP.

Dalam proses pengukuran kedalaman suatu perairan sering berhubungan juga dengan beberapa faktor penting (aspek fisika laut) seperti gelombang. Adapula faktor

cahaya atau kecerahan, tekanan, suara di laut dan lain-lain. Mendapatkan data kedalaman optimum mencakup seluruh kedalaman dalam area survei. Untuk saat ini mengukur kedalaman perairan dapat menggunakan peralatan elektronik yang disebut *echosounder*.

Pengukuran Batimetri dapat dilakukan dengan alat yang dikenal sebagai *Echosounder*. Terdapat 2 tipe *Echosounder*, yaitu tipe *Single Beam* dan tipe *Multi Beam*. Yang membedakan kedua tipe tersebut adalah jenis pancaran dan penerima pancaran gelombang bunyi.

### **RUMUSAN MASALAH**

1. Bagaimanakah akurasi antar data pemeruman?
2. Bagaimana ketelitian hasil pemeruman jika dibandingkan terhadap Standar Nasional Indonesia tentang Survei Hidrografi menggunakan *Single Beam Echosounder*?

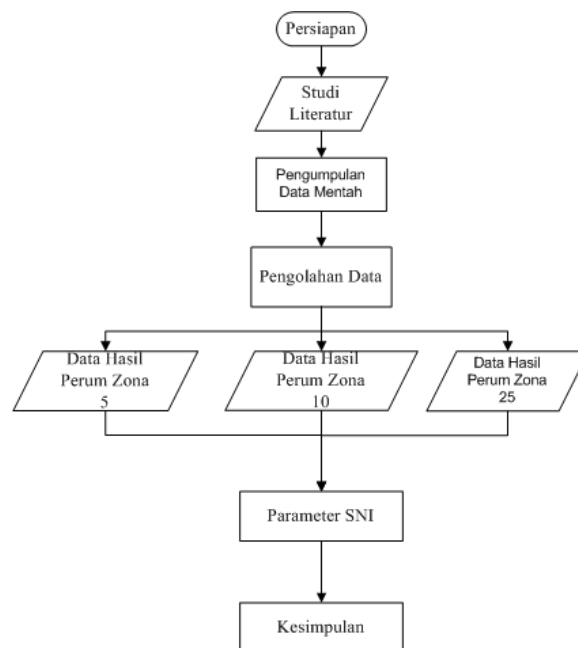
### **MAKSUD DAN TUJUAN**

1. Memperoleh pengaturan alat yang paling ideal untuk survei batimetri menggunakan *Echosounder Single Beam Hi-Target HD 370*.
2. Menguji kemampuan alat sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah hasil data yang diperoleh akan menghasilkan data yang akurat karena alat *Echosounder* yang digunakan telah diatur sedemikian rupa sehingga berjalan optimal.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam metodologi penelitian ini akan melibatkan beberapa metode penelitian secara sekaligus, yaitu : studi literatur, akuisisi data, pengolahan data dan analisis data. Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## DASAR TEORI

### PEMERUMAN

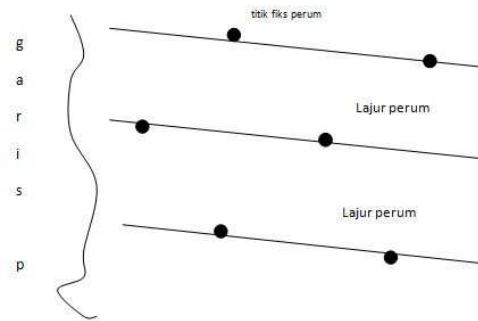
Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk topografi dasar perairan (*seabed surface*). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (pengukuran, pengolahan hingga visualisasinya) disebut sebagai survei batimetri. Gambaran dasar perairan dapat disajikan dalam garis-garis kontur atau model permukaan digital.

Garis-garis kontur kedalaman atau model batimetri diperoleh dengan menginterpolasikan titik-titik pengukuran kedalaman yang tersebar pada lokasi yang dikaji. Kerapatan titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang akan dibuat.

### DESAIN LAJUR PERUM

Pemeruman dilakukan dengan membuat profil pengukuran kedalaman. Lajur perum dapat berbentuk garis-garis lurus, lingkaran-lingkaran konsentrik atau lainnya sesuai metode yang digunakan untuk penentuan posisi titik-titik fiks perumnya. Lajur-lajur perum didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan pendeteksian perubahan kedalaman yang lebih ekstrem. Untuk itu, desain lajur-lajur perum harus memperhatikan

kecenderungan bentuk dan topografi pantai sekitar perairan yang akan disurvei. Agar mampu mendeteksi perubahan kedalaman yang lebih ekstrem lajur perum dipilih dengan arah yang tegak lurus terhadap kecenderungan arah garis pantai (Poerbandono, 2005).



**Gambar 2.** Desain Lajur Perum (Sumber: [www.hutdopi08.blogspot.com](http://www.hutdopi08.blogspot.com))

Dari pengukuran kedalaman di titik-titik fiks perum pada lajur-lajur perum yang telah didesain, akan didapatkan sebaran titik-titik fiks perum pada daerah survei yang nilai-nilai pengukuran kedalamannya dapat dipakai untuk menggambarkan batimetri yang diinginkan. Berdasarkan sebaran angka-angka kedalaman pada titik-titik fiks perum itu, batimetri perairan yang akan disurvei dapat diperoleh dengan menarik garis-garis kontur kedalaman. Penarikan garis kontur kedalaman dilakukan dengan membangun grid dari sebaran data kedalaman. Dari grid yang dibangun, dapat ditarik garis-garis yang menunjukkan angka-angka kedalaman yang sama.

## TEKNIK PENGUKURAN KEDALAMAN

Pengukuran kedalaman merupakan bagian terpenting dari pemeruman yang menurut prinsip dan karakter teknologi yang digunakan dapat dilakukan dengan metode mekanik, optik dan akustik (Poerbandono, 2005).

## METODE MEKANIK

Metode mekanik merupakan metode yang paling awal yang pernah dilakukan manusia untuk melakukan pengukuran kedalaman. Metode ini sering disebut juga dengan metode pengukuran kedalaman secara langsung. Pada beberapa kondisi lapangan tertentu, misalnya daerah perairan yang sangat dangkal atau rawa, cara ini masih cukup efektif untuk digunakan. Instrumen yang dipakai untuk melakukan pengukuran

kedalaman dengan metode ini adalah tongkat ukur atau rantai ukur yang dilakukan dengan bantuan wahana apung. Bentuk dan penampilan tongkat ukur mirip seperti rambu ukur yang dipakai untuk pengukuran sipat datar. Sedangkan rantai ukur, karena fleksibilitas bentuknya, biasanya dipakai untuk melakukan pengukuran kedalaman perairan yang rata-rata lebih dalam dibanding tongkat ukur.

Pada tongkat ukur terdapat garis-garis dan angka-angka tanda skala bacaan ukuran. Pada rantai ukur terdapat tanda-tanda skala bacaan dengan warna-warna tertentu. Bacaan skala kadang-kadang ditempatkan juga pada silinder penggulung rantai. Pada ujung rantai (nol skala bacaan) digantungkan pemberat untuk menghindari sapuan arus perairan dan menjaga agar rantai senantiasa relatif tegak. Pengukuran kedalaman dilakukan dengan menenggelamkan alat hingga menyentuh dasar perairan. Kedudukan alat diusahakan tegak lurus terhadap permukaan air. Saat pengukuran kedalaman dilakukan, pada sumbu vertikal alat pengukur kedalaman ditempatkan sejenis target yang dipakai untuk penentuan posisi. Penggunaan rantai ukur menuntut ketersediaan wahana apung, namun tidak demikian halnya dengan tongkat ukur. Pada beberapa kondisi lapangan, surveyor harus turun ke dalam air untuk mengukur kedalaman dengan tongkat ukur. Pengukuran kedalaman dengan metode mekanik efektif digunakan untuk pemetaan pada batas daerah survei yang relatif tidak luas dengan skala yang cukup besar.

### **METODE OPTIK**

Pengukuran kedalaman dengan metode optik merupakan cara terbaru yang digunakan untuk pemeruman. Metode ini memanfaatkan transmisi sinar laser dari pesawat terbang dan prinsip-prinsip optik untuk mengukur kedalaman perairan. Teknologi ini dikenal dengan sebutan *Laser Airborne Bathymetry* (LAB) dan telah dikembangkan menjadi suatu sistem pemeruman oleh beberapa negara di Amerika dan Australia. Di Kanada dikenal sistem *Light Detecting and Ranging* (LIDAR), di Amerika Serikat dikenal sistem *Airborne Oceanographic LIDAR* (AOL) dan *Hydrographic Airborne Laser Sounder* (HALS), sedangkan di Australia dikenal sistem *Laser Airborne Depth Sounder* (LADS). Teknologi LADS MILIK *Royal Australian Navy* pernah dicobakan untuk digunakan di Indonesia pada pertengahan tahun 90-an dengan mengambil daerah survei di perairan sekitar Pulau Enggano, Bengkulu, bekerja sama dengan BPPT dan Dishidros TNI-AL.

## METODE AKUSTIK

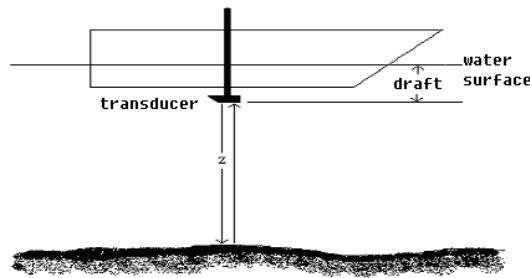
Penggunaan gelombang akustik untuk pengukuran-pengukuran bawah air merupakan teknik yang paling populer dalam hidrografi saat ini. Gelombang akustik dengan frekuensi 5 kHz atau 100 Hz akan mempertahankan kehilangan intensitasnya hingga kurang dari 10% pada kedalaman 10 km, sedangkan gelombang akustik dengan frekuensi 500 kHz akan kehilangan intensitasnya pada kedalaman kurang dari 100 m. Secara khusus, teknik ini dipelajari dalam hidro-akustik. Untuk pengukuran kedalaman, digunakan *echosounder* atau perum gema yang pertama kali dikembangkan di Jerman tahun 1920 (Lurton, 2002). Alat ini dapat dipakai untuk menghasilkan profil kedalaman yang kontinyu sepanjang jalur perum dengan ketelitian yang cukup baik.

Alat perum gema menggunakan prinsip pengukuran jarak dengan memanfaatkan gelombang akustik yang dipancarkan dari *transducer*. *Transducer* adalah bagian dari alat perum gema yang mengubah energi listrik menjadi mekanik (untuk membangkitkan gelombang suara) dan sebaliknya. Gelombang akustik tersebut merambat pada medium air dengan cepat rambat yang relatif diketahui atau dapat diprediksi hingga menyentuh dasar perairan dan dapat dipantulkan kembali ke *transducer*.

Perum gema menghitung selang waktu sejak gelombang dipancarkan dan diterima kembali ( $\Delta t$ ), sehingga jarak dasar perairan relatif terhadap *transducer* adalah :

$$depth = \frac{1}{2} v \Delta t$$

Dengan *depth* = kedalaman hasil ukuran dan  $v$  = kecepatan gelombang akustik pada medium air. Hasil pengukuran kedalaman akan direkam dan ditampilkan secara digital. Tampilannya adalah profil kedalaman perairan sepanjang jalur survei kapal (lajur perum). Jika pada titik-titik tertentu ditandai saat pengukurannya dan pengukuran untuk penentuan posisi dilakukan secara kontinyu dengan saat yang tercatat, maka hasil pencatatan waktu tersebut dapat digunakan untuk merekonstruksi posisi kapal saat melakukan pengukuran kedalaman dilakukan.



**Gambar 3.** Ilustrasi Pengukuran Kedalaman Laut Metode Akustik (Sumber: *Echosounder Series HD 370 380 390 Manual* )

### PASANG SURUT

Pasut laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari (Poerbandono, 2005). Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasut laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer (*atmospheric tides*). Istilah “pasut laut” pada buku ini akan dinyatakan dengan “pasut” yang merupakan gerak naik dan turun muka laut dengan periode rata-rata sekitar 12,4 jam atau 24,8 jam. Fenomena lain yang berhubungan dengan pasut adalah arus pasut, yaitu gerak badan air menuju dan meninggalkan pantai saat air pasang dan surut.

Permukaan air laut dipakai sebagai titik nol. Kedalaman suatu titik di dasar perairan atau ketinggian titik di pantai mengacu pada permukaan laut yang dianggap sebagai bidang referensi (atau datum) vertikal. Karena posisi muka laut secara berubah, maka penentuan tinggi nol harus dilakukan dengan merata-ratakan data tinggi muka air yang diamati pada rentang waktu tertentu. Data tinggi muka air pada rentang waktu tertentu juga berguna untuk keperluan peramalan pasut. Analisis data pengamatan tinggi muka air juga akan berguna untuk mengenali karakter pasut dan fenomena lain yang mempengaruhi tinggi muka air laut.

Gravitasi bulan merupakan pembangkit utama pasut. Walaupun massa matahari jauh lebih besar dibanding massa bulan, namun karena jarak bulan yang jauh lebih dekat ke bumi dibanding matahari, matahari hanya memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap pembangkitan pasut di bumi. Rasio massa bulan:bumi adalah sekitar 1:85,



sedangkan rasio massa bulan:matahari adalah sekitar  $1:3,18 \times 10^5$ . Jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa matahari adalah sekitar 98830000 mil, sedangkan jarak rata-rata pusat massa bumi dengan pusat massa bulan adalah sekitar 238862 mil, akibatnya perbandingan gravitasi bulan dan matahari (masing-masing terhadap bumi) adalah sekitar 1:0,46.

### **PENENTUAN POSISI GPS DALAM BIDANG SURVEI KELAUTAN**

Dalam hal survei dan pemetaan serta penentuan posisi di laut, GPS telah digunakan untuk keperluan survei hidro-oseanografi, survei seismik, penentuan posisi rambu-rambu dan peralatan bantu navigasi serta titik-titik pengeboran minyak lepas pantai, ataupun untuk mempelajari karakteristik arus, gelombang, maupun pasut di lepas pantai. Bahkan beberapa peneliti di Amerika Serikat juga telah menggunakan GPS, dikombinasikan dengan sistem penentuan posisi akustik, untuk menentukan posisi titik-titik di dasar laut secara teliti, dalam rangka mempelajari dinamika lempeng-lempeng benua di bawah lautan. GPS juga telah digunakan untuk membantu proses pengerukan pelabuhan.

Sebelum adanya GPS, survei hidro-oseanografi umumnya menggunakan sistem penentuan posisi elektronik yang memanfaatkan gelombang radio seperti *Mini Ranger*, *Polarfix*, *Syledis*, *Hyperfix* dan *Argo* untuk mendapatkan informasi tentang posisi. Kadangkala sekstan dan theodolit juga masih digunakan. Satelit Doppler (Transit) juga digunakan oleh beberapa pihak untuk survei hidro-oseanografi. Saat ini penggunaan GPS dalam survei hidro-oseanografi terutama terkait dengan :

1. Penentuan posisi titik-titik kontrol di pantai.
2. Navigasi kapal survei.
3. Penentuan posisi titik-titik perum (*sounding*).
4. Penentuan posisi sensor-sensor hidrografi dan oseanografi.
5. Penentuan posisi struktur atau objek di laut seperti wahana pengeboran (*rig*).

Dalam kaitannya dengan aktivitas pemetaan laut di atas, metode penentuan posisi yang digunakan umumnya adalah :

1. Metode survei GPS : untuk penentuan posisi titik-titik kontrol di pantai.

2. Metode kinematik diferensial : untuk tahapan lainnya, baik menggunakan data *pseudorange* untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian menengah (level meter), maupun menggunakan data fase untuk ketelitian yang lebih tinggi (level cm).
3. Sistem DGPS dan RTK : untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut informasi posisi secara instan (*real time*) dimana sistem DGPS umumnya digunakan untuk melayani aplikasi berketelitian menengah dan sistem RTK untuk aplikasi berketelitian lebih tinggi.

#### AKURASI KEDALAMAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 7646:2010

Berikut ini adalah tabel akurasi kedalaman yang tercantum di dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7646:2010 :

**Tabel 1.** Tabel SNI tentang Akurasi Kedalaman (Sumber: SNI 7646:2010)

No	Deskripsi	Kelas			
		Orde Khusus	Orde 1	Orde 2	Orde 3
1	Akurasi horizontal	2 m	5 m+5% dari kedalaman rata-rata	20 m+5% dari kedalaman rata-rata	150 m+5% dari kedalaman rata-rata
2	Alat bantu navigasi tetap dan kenampakan yang berhubungan dengan navigasi	2 m	2 m	5 m	5 m
3	Garis pantai	10 m	20 m	20 m	20 m
4	Alat bantu navigasi terapung	10 m	10 m	20 m	20 m
5	Kenampakan	10 m	10 m	20 m	20 m

	topografi				
6	Akurasi kedalaman	a= 0,25 m b=0,0075 m	a= 0,5 m b=0,013 m	a= 1 m b=0,023 m	a= 1 m b=0,023 m

$$\pm \sqrt{a^2 + (bxd)^2}$$

Keterangan :

a = kesalahan independen (jumlah kesalahan yang bersifat tetap)

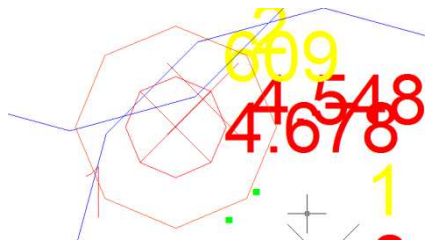
b = faktor kesalahan kedalaman dependen (jumlah kesalahan yang bersifat tidak tetap)

d = kedalaman terukur

(bxd) = kesalahan kedalaman yang dependen (jumlah semua kesalahan kedalaman yang dependen)

#### ANALISA SAMPLE

Setelah selesai proses pemilihan *sample*, maka proses selanjutnya yaitu melakukan proses analisa *sample*. Data dibagi kedalam 3 zona *sample*, yaitu zona 5 meter, 10 meter dan 25 meter.



**Gambar 4.** Titik-titik yang dalam satu Zona

**Tabel 2.** Tabel *Sample* Satu Zona

Poin t nam e	X	Y	Depths Pengamata n	Draf t	MSL	Time	Muka Air Interpola si	Depth Terkoreksi E=D+d+(MS L-B)
2	432450, 5	923247 7	4,08	0,63	0,891 2	14:05:1 4	1,0535	4,5477
609	432447, 8	923247 4	4,28	0,63	0,891 2	15:51:5 3	1,1229	4,6783

a.  $\bar{X} = \frac{4.5477 + 4.6783}{2}$

$\bar{X} = 4.613$

b.  $CV^2 = (4.613 - 4.5477)^2 + (4.613 - 4.6783)^2$

$CV^2 = 0.0085$

c.  $SD = \sqrt{0.0085}$

$SD = 0.0923$

**Tabel 3.** Tabel *Sample* Zona 5

<i>Sample</i>	SD
1	0.092309
2	0.17057
3	0.077805
4	0.155116
5	0.04857
6	0.056482
7	0.104196
8	0.083766
...	...
21	0.059727

$$a. \bar{X} = \frac{4.5477 + 4.6783}{2}$$

$$\bar{X} = 4.613$$

$$b. CV^2 = (4.613 - 4.5477)^2 + (4.613 - 4.6783)^2$$

$$CV^2 = 0.0085$$

$$c. SD = \sqrt{0.0085}$$

$$SD = 0.0923$$

**Tabel 4.** Tabel *Sample* Zona 10

<i>Sample</i>	SD
1	0.092309
2	0.17057
3	0.111754
4	0.046064
5	0.06052
6	0.080382
7	0.047368
8	0.058218
9	0.000534
10	0.077805
11	0.155116
12	0.04857
13	0.10466
14	0.073049
15	0.152727
16	0.376508
17	0.095112
18	0.14569
19	0.013671
20	0.114756
21	0.076467

22	0.05704
23	0.186488
24	0.059727

$$a. \bar{X} = \frac{2.2972 + 2.2667 + 2.1062}{3}$$

$$\bar{X} = 2.2201$$

$$b. CV^2 = (2.2201 - 2.2972)^2 + (2.2201 - 2.2667)^2 + (2.2201 - 2.1062)^2$$

$$CV^2 = 0.0196$$

$$c. SD = \sqrt{0.0196}$$

$$SD = 0.0991$$

**Tabel 5.** Tabel *Sample* Satu Zona 25

<i>Sample</i>	SD
1	0.099101
2	0.190583
3	0.11322
4	0.067084
5	0.125883
6	0.08772
7	0.141644
8	0.137053
9	0.02082
10	0.075316
.....	.....
203	0.000393

### ANALISA KEDALAMAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 7646:2010

Pada Standar Nasional Indonesia 7646:2010, terdapat akurasi kedalaman yang terbagi menjadi 4 Orde, yaitu Orde Khusus, Orde 1, Orde 2, dan Orde 3. Hal tersebut untuk membedakan spesifikasi teknis pekerjaan survei hidrografi. Langkah-langkah untuk Analisa Kedalaman Standar Nasional Indonesia adalah sebagai berikut :

- Mencari data *sample* yang bertampalan dua titik
- Menghitung selisih kedalaman antara dua titik tersebut
- Menghitung rata-rata kedalaman antara dua titik tersebut
- Menghitung toleransi kedalaman dengan parameter SNI
- Mengklasifikasikan data dengan cara membandingkan selisih kedalaman dengan hasil toleransi kedalaman SNI

Tabel 5. Tabel Hasil Uji SNI

No	Selisih Kedalaman	Rata-Rata Kedalaman	Zona	Parameter Orde Khusus	Ket
				0,25	
				0,0075	
1	0,130544444	4,612983333	5	0,252382603	Orde Khusus
2	0,241222222	4,7482		0,252523621	Orde Khusus
3	0,110033333	5,430938889		0,253296465	Orde Khusus
4	0,219366667	5,486161111		0,253363396	Orde Khusus
5	0,068688889	5,441377778		0,253309067	Orde Khusus
6	0,079877778	5,572972222		0,253469946	Orde Khusus
7	0,290733333	6,846633333		0,255219115	Gagal
8	0,069266667	6,900833333		0,255301213	Orde Khusus
9	0,263733333	8,583066667		0,258154766	Gagal
10	0,084466667	8,583433333		0,258155452	Orde Khusus
11	0,130544444	4,612983333	10	0,252382603	Orde Khusus
12	0,241222222	4,7482		0,252523621	Orde Khusus
13	0,158044444	4,988444444		0,252784014	Orde Khusus
14	0,065144444	5,144327778		0,252959693	Orde Khusus
15	0,085588889	5,189572222		0,253011671	Orde Khusus
16	0,113677778	5,269816667		0,253104952	Orde Khusus
17	0,066988889	5,310038889		0,253152235	Orde Khusus
18	0,082333333	5,135255556		0,252949324	Orde Khusus
19	0,000755556	5,295688889		0,253135326	Orde Khusus
20	0,110033333	5,430938889		0,253296465	Orde Khusus
21	0,219366667	5,486161111		0,253363396	Orde Khusus
22	0,068688889	5,441377778		0,253309067	Orde Khusus
23	0,148011111	5,611594444		0,253517873	Orde Khusus
24	0,019333333	6,9602		0,255391849	Orde Khusus
25	0,080666667	6,906533333		0,255309883	Orde Khusus
26	0,263733333	8,583066667		0,258154766	Gagal
27	0,084466667	8,583433333		0,258155452	Orde Khusus

28	0,029444444	3,439533333	25	0,251327395	Orde Khusus
29	0,241222222	4,7482		0,252523621	Orde Khusus
30	0,085588889	5,189572222		0,253011671	Orde Khusus
31	0,000111111	5,841933333		0,253810383	Orde Khusus
32	0,070733333	7,146433333		0,255680997	Orde Khusus
33	0,100666667	7,252866667		0,255849525	Orde Khusus
34	0,130666667	7,582066667		0,256385813	Orde Khusus
35	0,020666667	7,588466667		0,256396463	Orde Khusus
36	0,050666667	7,776333333		0,256712902	Orde Khusus
37	0,0414	7,9445		0,25700238	Orde Khusus
38	0,181333333	8,0352		0,257160941	Orde Khusus
39	0,0086	8,121566667		0,257313508	Orde Khusus
40	0,169466667	8,785933333		0,258538363	Orde Khusus
41	0,04	9,7712		0,260519759	Orde Khusus
42	0,12	9,8112		0,260604307	Orde Khusus
43	0,08	9,9012		0,260795704	Orde Khusus
44	0,07	10,0362		0,261085807	Orde Khusus
45	0,08	10,0312		0,261074998	Orde Khusus
46	0,13	10,0762		0,261172456	Orde Khusus
47	0,02	10,1012		0,261226771	Orde Khusus
48	0,06	10,2012		0,261445266	Orde Khusus
49	0,2	10,5412		0,262202833	Orde Khusus
50	0,08	10,5812		0,262293444	Orde Khusus
51	0,17	10,5662		0,262259428	Orde Khusus
52	0,16	10,7312		0,262636011	Orde Khusus
53	0,01	10,7362		0,262647505	Orde Khusus
54	0,03	10,7862		0,262762714	Orde Khusus
55	0,07	10,9162		0,263064522	Orde Khusus
56	0,3	10,8112		0,2628205	Gagal
57	0,19	10,7562		0,26269353	Orde Khusus
58	0,089444444	11,25703333		0,263871266	Orde Khusus
59	0,070555556	11,43525556		0,264301977	Orde Khusus
60	0,009444444	11,28408889		0,263936261	Orde Khusus
61	0,059444444	11,36792222		0,26413854	Orde Khusus
62	0,120555556	11,53675556		0,264549978	Orde Khusus
63	0,039444444	11,66797778		0,2648735	Orde Khusus
64	0,020555556	11,78681111		0,265169288	Orde Khusus
65	0,179388889	11,88328333		0,265411377	Orde Khusus
66	0,119444444	12,3162		0,266519219	Orde Khusus
67	0,179444444	12,45214444		0,266874305	Orde Khusus



68	0,089444444	12,52536667		0,267066978	Orde Khusus
69	0,129444444	12,5942		0,267249004	Orde Khusus
70	0,050555556	12,64181111		0,267375421	Orde Khusus
71	0,040555556	12,98386667		0,268295862	Orde Khusus
72	0,000555556	12,96803333		0,268252784	Orde Khusus

## KESIMPULAN

1. Akurasi antar data pemeruman yaitu sebagai berikut :  
Standar Deviasi rata-rata pada Zona 5 = 0.061598; Standar Deviasi rata-rata pada Zona 10 = 0.075723; Standar Deviasi rata-rata pada Zona 25 = 0.164662.
2. Ketelitian pemeruman menggunakan Echosounder Single Beam Hi-Target HD 370 yang dilakukan di Perairan Semarang dengan kedalaman antara 2 m – 14 m dengan tingkat kepercayaan 95% dari *sample* terpilih maka ketelitian pemeruman memenuhi standar SNI 7646:2010 Orde Khusus.

## SARAN

1. Metode pengukuran GPS yang sebaiknya dipakai adalah metode kinematik.
2. Sebaiknya menggunakan *software* navigasi yang terintegrasi di alat.
3. Interval pemeruman sebaiknya berdasarkan jarak.
4. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan alat pada tipe kedalaman laut yang berbeda.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, H. Z. (2000). *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T. Pradnya Paramita, Jakarta. Edisi Kedua. ISBN 979-408-377-1.268pp.
- HD370/380/390 Echo Sounder Operation Manual*. 2010. China: Hi-Target Surveying Instrument Co., Ltd.
- International Hydrographic Organization-IHO (1993). *Technical Aspects of the Law of The Sea. Special Publication Number 51. 3<sup>rd</sup> Edition. International Hydrographic Bureau-IHB, Monaco*.
- Poerbandono, E. Djunarsah. 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : PT Refika Aditama
- Suvei Hidrografi menggunakan Single Beam Echosounder*. 2010. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset